

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 870 848 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
14.10.1998 Bulletin 1998/42

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **C22C 38/12**, **C22C 38/14**,  
**C21D 8/04**

(21) Numéro de dépôt: **98200844.3**

(22) Date de dépôt: **18.03.1998**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **27.03.1997 BE 9700270**

(71) Demandeur:  
**RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT DU  
GROUPE COCKERILL SAMBRE,**  
en abrégé: **RD-CS**  
**4000 Liège (BE)**

(72) Inventeurs:  
• **Harlet, Philippe**  
**65000 Charleroi (Ransart) (BE)**  
• **Ruhl, Helmut**  
**15890 Eisenhüttenstadt (DE)**  
• **Beco, Firmin**  
**4041 Vottem (BE)**  
• **Reichelt, Helko**  
**15898 Bomsdorf (DE)**

(74) Mandataire: **Claeys, Pierre et al**  
**GEVERS Patents,**  
**Brussels Airport Business Park,**  
**Holidaystraat 5**  
**1831 Diegem (BE)**

(54) **Acier au niobium et procédé de fabrication de produits plats à partir de celui-ci**

(57) Acier au niobium, extra doux, calmé à l'aluminium et exempt de titane, pour produits plats laminés à froid et recuits, contenant une teneur en niobium stoechiométriquement inférieure à celle de l'azote et une teneur en bore ou en zirconium suffisante pour fixer l'azote non fixé, et procédé de fabrication de produits plats à base de cet acier.

**EP 0 870 848 A1**

## Description

La présente invention est relative à un acier au niobium, extra doux, calmé à l'aluminium et exempt de titane, pour produits plats laminés à froid et recuits, présentant une composition chimique en % en poids comprenant :

au maximum 0,100 % de C,  
 au maximum 1,000 % de Mn,  
 au maximum 0,100 % de P,  
 au maximum 0,020 % de S,  
 au maximum 0,080 % de Al,  
 au maximum 0,012 % de N,  
 au maximum 0,500 % de Si,

le reste étant du fer et des impuretés résiduelles.

On connaît déjà depuis longtemps des aciers au niobium de ce genre (voir par exemple EP-0101740, DE-19547181 et EP-A-0421087).

L'acier exempt de titane, indiqué dans la EP-A-0421087, est un acier à teneur ultrabasse en carbone, à savoir inférieure à 0,007 % en poids, dans lequel la teneur en Nb est très largement supérieure à la teneur en azote, de l'ordre de 20 fois. L'azote est donc dans cet acier entièrement fixé par le niobium nitrurigène et, si du bore est utilisé, il reste libre et non nitruré. Le bore est prévu pour protéger les joints des grains ferritiques en vue d'éviter la fragilité à la déformation à froid. Cet acier permet à l'élaboration d'obtenir une tôle équivalente ou proche des aciers IF (interstitial free) qui présentent des coefficients d'emboutissage  $r$  très élevés, mais également un  $\Delta r$  très élevé (forte anisotropie plane).

Dans le EP-0101740, on propose de fabriquer des produits plats dont la teneur en Nb est inférieure ou équivalente à la teneur en N. A la suite d'un laminage à chaud à une température finale inférieure à  $A_{r3}$ , d'un laminage à froid et d'un recuit, on obtient des produits présentant des propriétés mécaniques de résistance faibles, parfois même inférieures aux exigences minimales usuelles.

Dans le DE-19547181, on fabrique un acier au niobium, dans lequel la teneur en Nb doit être au minimum 6 fois celle de l'azote. Le procédé de fabrication comprend ici aussi un laminage à chaud à une température finale inférieure à  $A_{r3}$ , un laminage à froid et un recuit, ainsi qu'une cuisson après application de vernis. Les produits finals obtenus présentent une teneur nettement supérieure en niobium, pour des propriétés de résistance mécanique peu améliorées.

Dans le EP-B-0400031 on propose enfin, à titre d'exemple comparatif, un acier au niobium sans titane, présentant une teneur comportant plus de 12 fois la teneur en N. A la suite d'un laminage à chaud à une température finale supérieure à  $A_{r3}$ , d'un laminage à froid et d'un recuit, on obtient un produit qui, de l'avis même de la brevetée, n'est pas approprié pour un emboutissage profond, quel que soit les degrés de réduction utilisés au cours du laminage à froid.

La présente invention a pour but de proposer un acier au niobium présentant, en terme de propriétés mécaniques sur des bandes relaminées à froid et recuites, un compromis favorable entre les propriétés de résistance, telles que par exemple la limite d'élasticité et la charge de rupture, et les propriétés de ductilité, telles que l'allongement uniforme, le coefficient d'écrouissage et l'allongement total.

Pour résoudre ces problèmes, on a prévu suivant l'invention un acier au niobium tel que décrit au début, caractérisé en ce que cet acier contient une teneur en niobium stoechiométriquement inférieure à celle de l'azote et une teneur en bore ou en zirconium suffisante pour fixer l'azote non fixé par le niobium.

Cet acier présente l'avantage de pouvoir présenter une teneur en niobium peu élevée, et donc de ne pas altérer les propriétés de ductilité de l'acier, tout en obtenant une fixation assurée et de préférence précoce de l'azote par la présence simultanée de bore ou de zirconium et de niobium. Avantageusement, la teneur en niobium est au maximum égale au quadruple de la teneur en N, de préférence au triple de celle-ci.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, l'acier contient une teneur en Nb inférieure à 0,040 % en poids, et de préférence comprise entre 0,005 et 0,030 % en poids. Avantageusement, il contient une teneur en bore comprise entre 0,0005 et 0,012 % en poids, de préférence entre 0,0015 et 0,012 % en poids, ou encore une teneur en zirconium comprise entre 0,020 et 0,080 % en poids.

Suivant une forme de réalisation particulière de l'invention, la teneur en carbone est égale ou supérieure à 0,010 % en poids. La quantité de Nb peut ainsi être relativement faible par rapport à la teneur en carbone ce qui permet l'obtention d'un acier à propriétés mécaniques favorables.

D'autres formes de réalisation particulières de l'acier suivant l'invention ressortiront des revendications 1 à 11 données ci-après.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de produits plats laminés à froid et recuits, à base d'un acier au niobium présentant une composition chimique telle qu'indiquée ci-dessus. Ce procédé comprend

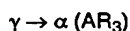
une coulée de cet acier en brames,

## EP 0 870 848 A1

un réchauffage des brames à une température supérieure ou égale à 1000°C,  
un laminage à chaud des brames pour former des bandes, avec une température finale de laminage supérieure à  $Ar_3$ ,  
un bobinage des bandes à une température de bobinage comprise entre 500 et 750°C,  
5 un laminage à froid des bandes avec un taux de réduction prédéterminé,  
un recuit de recristallisation, et  
un passage d'écrouissage final (de peau).

Ce procédé offre l'avantage d'une fixation assurée de l'azote sous la forme de nitrure de bore ou de zirconium ainsi  
10 que sous la forme de carbonitride de niobium, et cela à un stade très précoce dans le processus. La présence simultanée de bore ou de zirconium et de niobium favorise en outre une taille réduite du grain austénitique pendant le laminage à chaud. A la température de réchauffage utilisée, le niobium présent est avantageusement remis en solution.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, la température finale de laminage à chaud est de préférence égale ou inférieure à 900°C. C'est précisément à cette température, c'est-à-dire entre la température de transformation



et 900°C, que les nitrures de bore et les carbonitrides de Nb précipitent dans le procédé suivant l'invention, ce qui fixe l'azote. La température maximale citée ci-dessus n'est toutefois pas critique et elle ne doit être considérée que comme  
20 une température préférentielle.

Suivant une forme de réalisation préférée de l'invention, pendant le laminage à froid, le taux de réduction est de l'ordre de 40 à 85 %, de préférence de 55-80 %. Ce taux de réduction est calculé suivant la formule :

$$\text{Taux de réduction} = \frac{\text{Epaisseur fin laminage chaud} - \text{épaisseur fin laminage}}{\text{Epaisseur fin laminage chaud}}$$

D'autres modes de réalisation particuliers de procédé suivant l'invention ressortiront des revendications 12 à 19  
données ci-après.

D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description donnée ciaprès à titre non limitatif.

L'acier au niobium suivant l'invention est usuellement un acier d'élaboration par conversion ou d'élaboration électrique, classique, qui est coulé en continu. Cet acier doit être extra doux, c'est-à-dire présenter une teneur en carbone extrêmement basse, inférieure à 0,100 % en poids, en pouvant atteindre des teneurs minimales jusqu'à 0,020 % ou  
35 davantage. Avantageusement toutefois la teneur en carbone ne dépassera pas une valeur inférieure à 0,010 % en poids.

Cet acier doit aussi être calmé à l'aluminium avec une teneur inférieure à 0,080 % en poids.

Il comprendra bien entendu du niobium et sera exempt de toute addition de titane.

La composition chimique de cet acier pourra donc être la suivante, en % en poids :

40  $0,010 < C < 0,100$   
 $0,100 < Mn < 1,000$   
 $P < 0,100$   
 $S < 0,020$   
 $Al < 0,080$   
45  $N < 0,012$   
 $Si < 0,500$

avec des additions volontaires de niobium combinées à une addition de bore ou de zirconium, de par exemple :

50  $Nb \leq 0,040$  % en poids, et de  
 $0,0015 \leq B \leq 0,0120$  % en poids  
ou de  
 $0,020 \leq Zr \leq 0,080$  % en poids,

55 le reste étant du fer et des impuretés résiduelles de Cu, Ni, Cr, Sn par exemple.

En fait les valeurs ajustées de Nb, de B et de Zr se calculent principalement en fonction de l'azote présent dans l'acier en cours de traitement.

La quantité de Nb ajoutée est donc en réalité nettement inférieure stoechiométriquement à l'azote. L'azote non fixé

## EP 0 870 848 A1

par le niobium l'est par le B ou le Zr, ce qui permet une addition de Nb inférieure à ce qui est habituellement nécessaire, pour obtenir des propriétés de résistance mécaniques suffisantes de la part d'un acier au niobium, sans titane. Cette addition minimale de Nb permet de maintenir simultanément de bonnes propriétés de ductilité. Elle offre en outre des avantages économiques appréciables étant donné le coût non négligeable du niobium.

- 5 L'acier décrit ci-dessus est coulé en brames, qui sont réchauffées dans un four classique, par exemple un four à longerons mobiles ou un four poussant, pour qu'elles atteignent à coeur une température supérieure ou égale à 1000°C, ce qui suffit pour remettre en solution le niobium précipité.

On effectue alors un laminage à chaud sur un train de laminage classique, généralement en deux étapes:

- 10 - un dégrossissage pour réaliser une ébauche de 35 mm  $\pm$  10 mm d'épaisseur, à une température moyenne de 1050°C, et  
- une finition pour réaliser une bande à chaud d'une épaisseur de 1 à 10 mm, en respectant une température minimale de laminage à chaud qui soit supérieure à la température de transformation de la phase  $\gamma$  à la phase  $\alpha$  (Ar<sub>3</sub>).

- 15 C'est entre 900°C et cette température de transformation que précipitent les nitrures de bore et les carbonitrures de niobium, avec par conséquent une fixation très précoce de l'azote.

La bande est alors refroidie de manière contrôlée et enfin bobinée à une température de l'ordre de 625°C  $\pm$  125°C.

Après décapage en continu dans des lignes classiques (HCl ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), la bande est relaminée à froid, et ce avec un taux de réduction d'épaisseur compris entre 40 et 85 %.

- 20 La bande laminée à froid est ensuite soumise à un recuit de recristallisation pour lui conférer les propriétés mécaniques nécessaires. Ce recuit peut s'effectuer sous forme d'un recuit statique, par exemple en bobine serrée ou expansée, à une température de l'ordre de 620-680°C, ou sous forme d'un recuit continu à une température de 680-850°C. Ce dernier recuit peut être combiné ou non avec un recouvrement éventuel par revêtement au trempé ou d'autres procédés.

- 25 Une dernière étape de laminage est encore effectuée, sous la forme d'un écrouissage final, afin de supprimer les phénomènes de "bandes de Lüders" et d'assurer une bonne rugosité de surface ainsi qu'une planéité du produit.

L'invention va à présent être expliquée de manière plus détaillée, à l'aide d'exemples donnés à titre non limitatif.

### Exemple de comparaison 1

- 30 Acier à teneur en carbone extrêmement basse, sans niobium, mais avec addition de bore.

35

Composition chimique (en 10 <sup>-3</sup> %).								
C	Mn	Si	P	S	Al	N <sub>2</sub>	B	Nb
35	250	6	11	8	44	4,2	3,6	0

- 40 Bande laminée à chaud à une épaisseur de 3 mm.

45

Température finale du laminage à chaud :	870°C
Température de bobinage	620°C
Décapage HCl	
Taux de réduction	66 %

50

Bande laminée à froid à une épaisseur de 1 mm.

- Recuit de recristallisation en continu à 700°C pendant 40 sec. suivi d'une trempe à l'eau chaude à 50°C/sec. jusqu'à 400°C, application d'un vieillissement à 400°C pendant 120 sec. et refroidissement par tuyères jusqu'à une température de 120°C, décapage formique, rinçage, et séchage, puis application d'un taux d'écrouissage final de 0,8 %.
- 55

## EP 0 870 848 A1

### Propriétés mécaniques

5	Limite d'élasticité	Rp 0,2 =	235 MPa
	Charge de rupture	Rm =	340 Mpa
	Allongement à la rupture	A% =	38 %
10	Coefficient d'écouissage	n =	0,190/0,200
	Coefficient d'anisotropie	r travers =	1,35
	Coefficient d'anisotropie plane	$\Delta r$ =	0,350
15	Coefficient d'anisotropie normale	r moy.	1,1

### Exemple de comparaison 2

Même acier que celui utilisé dans l'exemple de comparaison 1.

20 On applique le même processus à la différence du recuit de recristallisation qui cette fois est statique à 640°C point froid (avec température maximale de 700°C) pendant 2 heures. Ensuite on achève le traitement de la manière décrite précédemment.

### Propriétés mécaniques

25	Rp 0,2 =	175 MPa
	Rm =	310 Mpa
	A% =	40 %
	n =	0,230
30	r travers =	1,25
	$\Delta r$ =	0,050
	r moy.	1,01

### Exemple de comparaison 3

35 Acier au niobium à teneur en carbone extrêmement basse, sans bore.

40	Composition chimique (en 10 <sup>-3</sup> %)								
	C	Mn	Si	P	S	Al	N <sub>2</sub>	B	Nb
	50	350	8	12	6	40	6,0	0	50

45 La processus appliqué est le même que celui de l'exemple de comparaison 1, avec ces quelques différences:

50	Température de bobinage :	600°C
	Taux de réduction :	50 %

55 Recuit de recristallisation statique à 660°C point froid (avec température maximale de 680°C) pendant 2 heures, ou recuit continu à environ 790°C pendant 1 minute et vieillissement à 400°C pendant 180 secondes, puis application d'un taux d'écouissage final de 1,4%.

## EP 0 870 848 A1

Propriétés mécaniques (en long)

Rp 0,2 = 350 MPa  
 Rm = 440 Mpa  
 A% = 26 %  
 n = 0,155  
 r travers = 1,2  
 r long = 0,7  
 Δr = -0,250  
 r moy. = 1,1

### Exemple 4

Acier au niobium suivant l'invention, avec addition de bore.

Composition chimique (en 10 <sup>-3</sup> %)								
C	Mn	Si	P	S	Al	N <sub>2</sub>	B	Nb
55	300	7	14	3	50	5,6	4,5	7

Le processus appliqué est le même que celui décrit dans l'exemple de comparaison 1, avec ces quelques différences :

Température de bobinage :	500°C
Taux de réduction :	80 %

Recuit de recristallisation statique à 660°C point froid (avec une température maximale de 710°C) pendant 2 heures, puis application d'un taux d'écrouissage final de 1,5 %.

Propriétés mécaniques

Rp 0,2 = 290 MPa  
 Rm = 390 Mpa  
 A% = 36,5 %  
 n = 0,195  
 r travers = 1,1  
 Δr = -0,005  
 r moy. = 1,0

### Exemple 5

Acier au niobium suivant l'invention, avec addition de bore.

Composition chimique (en 10 <sup>-3</sup> %)								
C	Mn	Si	P	S	Al	N <sub>2</sub>	B	Nb
45	270	19	12	6	43	6,0	4,0	12

Le processus appliqué est le même que celui décrit dans l'exemple de comparaison 1, avec ces quelques différen-

## EP 0 870 848 A1

ces :

5

Température finale du laminage à chaud :	875°C
Température de bobinage :	640°C
Taux de réduction :	55 %

10

Recuit continu de galvanisation à 850°C (température de pot de zinc : 480°C) avec vieillissement à 480°C, puis application d'un taux d'écrouissage final de 1,2 %.

### Propriétés mécaniques

15

Rp 0,2 = 300 MPa  
Rm = 400 Mpa  
A% = 33 %  
n = 0,175  
20 r travers = 1,1  
Δr = 0,005  
r moy. 1,0

### Exemple de comparaison 6

25

Acier à teneur en carbone extrêmement basse, sans niobium, mais avec addition de zirconium.

30

Composition chimique (en 10 <sup>-3</sup> %)									
C	Mn	Si	P	S	Al	N <sub>2</sub>	B	Nb	Zr
36	216	50	7	6	55	3,2	0	0	48

35

Le processus appliqué est le même que celui de l'exemple de comparaison 1, avec ces quelques différences :

40

Température finale du laminage à chaud:	885°C.
Température de bobinage :	650°C.
Recuit de recristallisation statique (recuit base) à 610°C.	
Taux d'écrouissage final :	0,9 %.

45

### Propriétés mécaniques

Rp 0,2 = 224 MPa  
50 Rm = 351 Mpa  
A% = 37,6 %  
n = 0,206  
Δr = 0,308  
r moy. 0,96

55

### Exemple 7

Acier au niobium à teneur en carbone extrêmement basse, avec addition de zirconium.

## EP 0 870 848 A1

Composition chimique (en 10 <sup>-3</sup> %)									
C	Mn	Si	P	S	Al	N <sub>2</sub>	B	Nb	Zr
35	200	5	9	4	47	4,9	0	10	30

Le processus appliqué est le même que celui de l'exemple de comparaison 1, avec ces quelques différences:

Température de bobinage :	640°C.
Taux de réduction :	58,3 %.
Recuit de recristallisation statique (recuit base) à 700°C.	
Taux d'écroutissage final :	0,8 %

### Propriétés mécaniques

R<sub>p</sub> 0,2 = 255 MPa  
R<sub>m</sub> = 361 Mpa  
A% = 36,4 %  
n = 0,190  
Δr = 0,040  
r moy. 1,01

Ainsi qu'on peut le constater à partir de ces exemples, les aciers extra doux au bore ou au zirconium, sans niobium, s'ils sont bien ductiles, présentent des valeurs de résistance mécanique faibles à médiocres, relativement proches des valeurs minimales requises par les utilisateurs (R<sub>p</sub>0,2 supérieur ou égal à 220 MPa et R<sub>m</sub> supérieur ou égal à 320 MPa).

L'acier extra doux au niobium, sans bore et sans zirconium, de l'exemple de comparaison 3 présente lui de bonnes valeurs de résistance mécanique, mais ses propriétés de ductilité sont parfaitement insatisfaisantes, alors qu'il est généralement demandé un allongement à la rupture supérieur ou égal à 32 % et un coefficient d'écroutissage supérieur ou égal à 0,170.

Les aciers au niobium suivant l'invention offrent à la fois des propriétés de résistance mécanique largement supérieures aux limites inférieures usuelles et de bonnes propriétés de ductilité, en fournissant donc un compromis tout à fait favorable pour les traitements ultérieurs.

D'une manière particulièrement surprenante, les aciers au niobium suivant l'invention présentent, sur des bandes relaminées à froid et recuites, des propriétés mécaniques dans le plan de la bande qui sont sensiblement indépendantes de la direction par rapport au sens de laminage ainsi qu'une contraction rationnelle en largeur sensiblement identique à une contraction rationnelle en épaisseur. Ils réunissent donc toutes les conditions pour subir des traitements du type emboutissages difficiles et autres.

### Revendications

1. Acier au niobium, extra doux, calmé à l'aluminium et exempt de titane, pour produits plats laminés à froid et recuits, présentant une composition chimique en % en poids comprenant :

au maximum 0,100 % de C,  
au maximum 1,000 % de Mn,  
au maximum 0,100 % de P,  
au maximum 0,020 % de S,  
au maximum 0,080 % de Al,  
au maximum 0,012 % de N,  
au maximum 0,500 % de Si,



## EP 0 870 848 A1

le reste étant du fer et des impuretés résiduelles,  
caractérisé en ce que cet acier contient une teneur en niobium stoechiométriquement inférieure à celle de l'azote et une teneur en bore ou en zirconium suffisante pour fixer l'azote non fixé par le niobium.

- 5 2. Acier au niobium suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en niobium est au maximum égale au quadruple de la teneur en N, de préférence au triple de celle-ci.
3. Acier au niobium suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il contient une teneur en Nb inférieure à 0,040 % en poids, et de préférence comprise entre 0,005 et 0,030 % en poids.
- 10 4. Acier au niobium suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il contient une teneur en bore comprise entre 0,0005 et 0,012 % en poids, de préférence entre 0,0015 et 0,012 % en poids.
- 15 5. Acier au niobium suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il contient une teneur en zirconium comprise entre 0,020 et 0,080 % en poids.
6. Acier au niobium suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il contient une teneur en C égale ou supérieure à 0,010 % en poids.
- 20 7. Acier au niobium, suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il présente, sur des bandes relaminées à froid et recuites, une limite d'élasticité dont les valeurs minimales sont supérieures à 220 MPa et une charge de rupture dont les valeurs minimales sont supérieures à 320 MPa.
- 25 8. Acier au niobium suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la limite d'élasticité est supérieure à 250 MPa, de préférence supérieure à 280 MPa, et en ce que la charge de rupture est supérieure à 350 MPa, de préférence supérieure à 380 MPa.
- 30 9. Acier au niobium, suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il présente, sur des bandes relaminées à froid et recuites, un allongement à la rupture supérieur ou égal à 32 % et un coefficient d'écroutissage supérieur ou égal à 0,17.
- 35 10. Acier au niobium suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il présente, sur des bandes relaminées à froid et recuites, des propriétés mécaniques dans le plan de la bande qui sont quasi indépendantes de la direction par rapport au sens de laminage ainsi qu'une contraction rationnelle en largeur quasi identique à une contraction rationnelle en épaisseur.
11. Acier au niobium suivant la revendication 10, caractérisé en ce qu'il présente un  $\Delta r$  situé entre -0,200 et +0,200, de préférence entre -0,100 et +0,100 et un  $r$  moyen situé entre 0,9 et 1,1.
- 40 12. Procédé de fabrication de produits plats laminés à froid et recuits, à base d'un acier au niobium ayant une composition chimique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant
  - une coulée de cet acier en brames,
  - un réchauffage des brames à une température supérieure ou égale à 1000°C,
  - 45 un laminage à chaud des brames pour former des bandes, avec une température finale de laminage supérieure à  $A_{r3}$ ,
  - un bobinage des bandes à une température de bobinage comprise entre 500 et 750°C,
  - un laminage à froid des bandes avec un taux de réduction prédéterminé,
  - un recuit de recristallisation, et
  - 50 un passage d'écroutissage final.
13. Procédé de fabrication suivant la revendication 12, caractérisé en ce que le réchauffage des brames à lieu de préférence à une température de l'ordre de 1250°C.
- 55 14. Procédé de fabrication suivant l'une des revendications 12 et 13, caractérisé en ce que la température finale de laminage à chaud est égale ou inférieure à 900°C.
15. Procédé de fabrication suivant l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le taux de réduction est de

## EP 0 870 848 A1

l'ordre de 40 à 85 %, de préférence de 55-80 %.

16. Procédé de fabrication suivant l'une des revendications 12 à 15, caractérisé en ce que le recuit de recristallisation est effectué sous la forme d'un recuit statique.

5

17. Procédé de fabrication suivant la revendication 16, caractérisé en ce que le recuit statique est effectué sur des bobines serrées ou expansées à une température de 620 à 680°C point froid.

18. Procédé de fabrication suivant l'une des revendications 12 à 15, caractérisé en ce que le recuit de recristallisation est effectué sous la forme d'un recuit continu, avec ou sans revêtement.

10

19. Procédé de fabrication suivant la revendication 18, caractérisé en ce que le recuit de recristallisation continu est effectué à une température de 680 à 850°C.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 98 20 0844

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
D,A	EP 0 421 087 A (KOBE STEEL LTD) 10 avril 1991 voir table 9, acier 4 * revendications 1,4 *	1-4, 12-19	C22C38/12 C22C38/14 C21D8/04
A	EP 0 574 814 A (KAWASAKI STEEL CO) 22 décembre 1993 * tableau 1 *	1	
A	--- DATABASE WPI Section Ch, Week 8434 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M24, AN 84-211090 XP002046097 -& JP 59 123 721 A (KAWASAKI STEEL CORP), 17 juillet 1984 * abrégé *	1,12	
A	--- DATABASE WPI Section Ch, Week 8619 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M27, AN 86-121979 XP002046098 -& JP 61 060 860 A (NIPPON KOKAN KK), 28 mars 1986 * abrégé *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) C22C C21D
A	--- DATABASE WPI Section Ch, Week 9246 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M14, AN 92-376689 XP002046099 -& JP 04 276 026 A (NIPPON STEEL CORP), 1 octobre 1992 * abrégé *	1	
		--- -/--	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 juin 1998	Examineur Gregg, N
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique L : divulgation non-écrite I : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.92 (P4/C02)



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 98 20 0844

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 8620 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M27, AN 86-127775 XP002046100 -& JP 61 064 852 A (KAWASAKI STEEL CORP) , 3 avril 1986 * abrégé *	1, 11	
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 8045 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M23, AN 80-79688C XP002046101 -& JP 55 122 854 A (SUMITOMO METAL IND LTD) , 20 septembre 1980 * abrégé *	1	
D,A	EP 0 101 740 A (KAWASAKI STEEL CO) 7 mars 1984		
D,A	DE 195 47 181 C (KRUPP AG HOESCH KRUPP) 10 octobre 1996		
D,A	WO 89 07158 A (SALZGITTER PEINE STAHLWERKE) 10 août 1989		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>24 juin 1998</b>	Examineur <b>Gregg, N</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03/82 (PcdC02)